

Aus dem Institut für Parasitologie
der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin
Direktor : Prof. Dr. J. Boch

Untersuchungen an Hyalomma Dromedarii
Koch und Hyalomma Anatolicum Excavatum
Pomerantzev über Parthenogenese
und Möglichkeiten ihrer Kreuzung

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Eberhard Schein
Tierarzt aus Schleiz/Thür.

Berlin 1968
Journal Nr. 626

Aus dem Institut für Parasitologie
der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. J. Boch

UNTERSUCHUNGEN AN HYALOMMA DROMEDARII KOCH
UND HYALOMMA ANATOLICUM EXCAVATUM POMERANTZEV
ÜBER PARTHENOGENESE UND MÖGLICHKEITEN IHRER KREUZUNG

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Eberhard Schein
Tierarzt aus Schleiz/Thür.
Berlin 1968
Journal Nr. 626

Gedruckt mit Genehmigung der Veterinärmedizinischen
Fakultät der Freien Universität Berlin

Dekan:	Prof. Dr. G. Bergmann
Referent:	Prof. Dr. J. Boch
Korreferent:	Prof. Dr. M. Merkschlager



Tag der mündlichen Prüfung: 5.7.1968

Meinen Eltern gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung.....	2
II. Morphologie von <i>Hyalomma dromedarii</i> und <i>Hyalomma anatolicum excavatum</i> sowie Kreuzungen, Parthenogenese und Anomalien bei Zecken (anhand der Literatur).....	3
III. Eigene Untersuchungen	
A. Material und Methodik.....	16
B. Ergebnisse	
1. Variationsbreite.....	19
2. Entwicklungszyklus.....	20
3. Kreuzungsversuche.....	22
4. Parthenogenese.....	24
5. Mißbildungen.....	25
IV. Besprechung der Ergebnisse.....	30
V. Zusammenfassung.....	33
VI. Literaturverzeichnis.....	35
Lebenslauf	

I. Einleitung

Die genaue Bestimmung der einzelnen Arten der Zeckengattung *Hyalomma* ist meist mit Schwierigkeiten verbunden, da erhebliche morphologische Variationen innerhalb einer Art bestehen. Deshalb haben manche Autoren neue Arten oder Unterarten beschrieben.

In der vorliegenden Arbeit sollte geklärt werden, ob als Ursache für das Auftreten solcher Variationen Kreuzungen zwischen Zecken verschiedener *Hyalomma*-arten anzusehen sind, und ob es sich bei den Zwischenformen um selbständige Arten oder Unterarten handelt. Weiterhin waren die Artmerkmale hybrider Zecken, deren eventuelle Fortpflanzungsfähigkeit sowie die morphologischen Charakteristiken ihrer Nachkommenschaft zu erarbeiten. Diese Untersuchungen wurden an *Hyalomma dromedarii* und *Hyalomma anatolicum excavatum* durchgeführt.

Außerdem wurde die Fähigkeit der Parthenogenese der Weibchen dieser zwei *Hyalomma*-arten geprüft. Die Untersuchung der Morphologie dieser Nachkommenschaft sollte klären, inwieweit etwa die Parthenogenese Ursache für die unterschiedlichen morphologischen Merkmale ist.

II. Morphologie von Hyalomma dromedarii und Hyalomma anatolicum excavatum sowie Kreuzungen, Parthenogenese und Anomalien bei Zecken (anhand der Literatur)

1. Systematische Stellung

Erstmalig hat KOCH (1844) die im Berliner Museum vorhandenen Zecken nach ihren charakteristischen Merkmalen geordnet und in einer systematischen Übersicht zusammengestellt. Er beschrieb insgesamt 16 Hyalommaarten, von denen viele in die heutige Systematik übernommen worden sind. NEUMANN (1899) faßte dagegen alle von KOCH (1844) beschriebenen Arten unter dem Sammelnamen *Hyalomma aegyptium* zusammen. In einer späteren Arbeit (1901) werden von ihm die Arten *H. dromedarii*, *H. lusitanicum* und *H. impressum* als Variationen von *H. aegyptium* bezeichnet.

Eine erneute grundlegende Bearbeitung des Genus *Hyalomma* erfolgte durch P. SCHULZE und Mitarbeiter (1929). Auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Verhältnisse der Palpen stellte er eine neue Systematik auf, in der das Genus *Hyalomma* in die 3 Untergruppen *Hyalomma*, *Hyalommina* und *Hyalommasta* aufgeteilt wird. Die Gattung *Hyalomma* wiederum untergliedert er nach morphologischen Merkmalen in eine Vielzahl von Spezies und Subspezies.

DELPY (1936 und 1949) züchtete verschiedene Arten von *Hyalomma* unter Laboratoriumsbedingungen und stellte fest, daß die Merkmale, die man der Beschreibung neuer Arten und Unterarten zugrunde gelegt hat, auch an den Nachkommen desselben Weibchens vorlagen. Nach den Erfahrungen von HOOGSTRAAL (1958) schließlich erscheint es sinnvoll, die einzelnen Arten in regionale Unterarten aufzugliedern und morphologisch nahe verwandte Arten und Unterarten in Gruppen zusammenzufassen.

2. Morphologie und Variationsbreite von *Hyalomma dromedarii*
anhand der Beschreibungen von HOOGSTRAAL (1956), KRATZ
(1940) und DELPY (1936).

Hyalomma dromedarii ♂

- Körper: Groß und breit, durchschnittlich 6mm x 4mm, ungesogen eiförmig, von rotbrauner Farbe.
- Capitulum: Palpen kurz und verhältnismäßig breit, Dorsalfläche der Palpen mit Längsrinne, Glied III breiter und kürzer als Glied II, Collare mit starken Seitenwülsten.
- Scutum: Große unregelmäßige Punktation über die ganze Dorsalfläche; Cervicalgrube cranial tief und scharfkantig, hinter den Augen flach auslaufend; Lateralfurche kurz, reicht nicht bis ins hintere Drittel; Marginalfurche auf das hintere Drittel des Scutums begrenzt; Postero-Lateral-furchen und Postero-Medianfurche sind deutlich, Postero-Medianfurche geht in die gelbliche Parma über; Fестоons I und II deutlich getrennt, III, IV und V verschmolzen, bilden einen postero-lateralen Komplex, ohne Pons (Abb. 1).
- Ventralfläche: Genitalöffnung in Höhe der oberen Hälfte der Hüfte II, Genitalfurchen deutlich, Analfurche rund, wird von der Posteriormedianfurche unterbrochen; Adanalschilder leicht konvex gebogen und spitz endend; Akz. Analschilder liegen bei ungesogenen Männchen parallel zu den Adanalschildern; sie werden von den Paramedianfurchen begrenzt und sind variabel; Subanalschilder meistens sehr breit, oft eingeschnitten oder doppelt, variieren in Form und Zahl; charakteristisch: das Zentrum der Subanalschilder liegt außerhalb der verlängerten Achse der Adanalschilder (Abb. 2).
- Beine: Coxa I tief gespalten mit Tuberositas auf dem inneren Ast; Beine und Coxae werden vom I. bis zum IV. Paar kräftiger; an den Gelenken helle unscharfe Ringe.

Peritreme: Komma- retortenförmig mit glattem Umriss; beide Stigmenplattenfortsätze bilden bei vollgesogenen Männchen eine Taille (Abb.2).

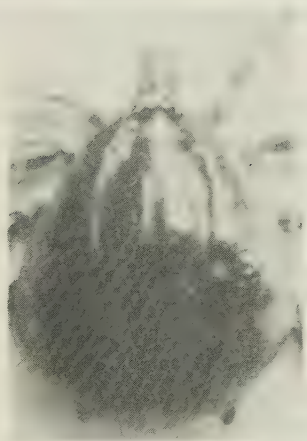


Abb.1: *H.dromedarii* ♂
vollgesogen, Dorsal-
fläche
Orig. 18 x vergr.



Abb.2: *H. dromedarii* ♂
ungesogen, Ventral-
fläche
Orig. 18 x vergr.

Hyalomma dromedarii ♀♀

Körper: Eiförmig, ungesogen durchschnittlich 6mm x 4mm, gesogen durchschnittlich 20mm x 13mm;

Capitulum: Länger als die Hälfte des Scutums, Basis kurz und breit; Palpenglied II und III mit medianer Rinne; Glied II länger als Glied III, Glied III quadratisch; äußere Kante der Palpen parallel, innere Kante rechteckig nach hinten divergierend und distal die Cheliceren überdeckend; dorsale Palpenfläche glatt, regelmäßig gewölbt.

Scutum: Durchschnittlich 2,9mm x 2,8mm, Scutum kurz, so lang wie breit oder wenig länger als breit; unterer Umriß eingedrückt in Höhe der Endung der Cervicalfurchen (Abb.3) Cervicalgruben lanzettförmig, bis zur unteren Kante des Scutums reichend; Festoons bei ungesogenen Exemplaren sichtbar; Marginalfurchen medial an die Festoons III, IV und V grenzend.

Ventral-

fläche: Genitalöffnung in Höhe der Hüfte II bei ungesogenen Exemplaren, bei vollgesogenen nach vorn verschoben; Genitalfurchen und Analfurche deutlich; charakteristisch: Geschlechtsöffnung V-förmig, spitzwinklig und nicht vorgewölbt (Abb.4).

Beine: Coxa I, mit Protuberantia an dem inneren Ast; geringe Größenzunahme vom I. bis IV. Beinpaar; gelbbraunliche Farbe, Ventralfläche dunkler, an den Gelenken hellere Streifen.

Peritrema: Stigmenplatte oval, mit kurzem Schwanz, der mit der Achse des Stigmenkörpers einen etwa rechten Winkel bildet.



Abb.3: *H. dromedarii* ♀
ungesogen, Dorsal-
fläche
Orig. 18 x vergr.



Abb.4: *H. dromedarii* ♀
ungesogen, Ventral-
fläche
Orig. 18 x vergr.

Was die Variationsbreite von *Hyalomma dromedarii* anbelangt, beschrieb GLENEV (1935) *Hyalomma yakimovi*, die er in Mittelasien fand. Sie ist gekennzeichnet durch ein großes Peritrema mit einem breiten Fortsatz, der über den Körperrand reicht; das Hypostom ist kurz, die Palpen sind ziemlich lang; besonders auffallend waren schmale und längliche Adanalschilder und kleine akz. Schilachen; die Subanalschilder waren groß und breit. Unter seinem *H. yakimovi* - Material aus Aschabat fand er mehrere Exemplare, die paarige Subanalschilder besaßen. Er benannte diese Exemplare *H. yakimovi persicum*. DELPY (1936) erhielt in Zuchtversuchen mit *H. dromedarii* häufig dieselben Exemplare. Er wies damit nach, daß die Analbeschilderung sehr in Größe, Form und Zahl variieren kann und als kein Kriterium für eine eigene Art gewertet werden darf.

TONELLI - RONDELLI (1935) beschrieb ein Exemplar von *Hyalomma anatolicum zavatarri*, das er zusammen mit 6 Männchen von *H. dromedarii* auf einem Wirtstier fand. Es unterschied sich von den *H. dromedarii* - Männchen durch helle Beine. Solche Exemplare fand auch BOLOZET (1937) in Nordafrika. Nach der Bestimmung von DELPY (1946) handelte es sich ebenfalls um *H. dromedarii* - Männchen, die in ihren morphologischen Merkmalen *Hyalomma lusitanicum* ähneln.

Atypische *H. dromedarii* - Männchen erwähnt auch HOOGSTRAAL (1956), die Ähnlichkeiten in der Morphologie mit *H. excavatum* hatten.

3. Morphologie und Variationsbreite von *Hyalomma anatolicum excavatum* anhand der Beschreibungen von HOOGSTRAAL (1958) und FELDMAN - MUHSAM (1954).

Hyalomma a. excavatum ♂♂

- Körper: Länglich oval, durchschnittlich 5mm x 3mm.
Capitulum: Palpenglied III etwas über Glied II vorspringend, hinteres Ende von Glied II scharf kielartig aufgebogen; Hypostom etwas keulenartig (Abb.5).
Scutum: Stark konvex, geringe Punktation, hintere Area mit

charakteristischen Vertiefungen; Postero-Medianfurche und Postero-Lateralfurchen stark punktiert; mittlerer Teil des Scutums glatt mit wenig weit verstreuten, mittelgroßen Punkten; Cervicalgruben reichen über die Augen hinaus; Marginalfurchen kurz (Abb.5) manchmal bis in das mittlere Drittel reichend; eine Linie von Punkten setzen die Marginalfurchen nach vorn fort; helle Parma, Festoons variabel; III, IV und V fusioniert, verlängern sich zu zwei seitlichen Erhebungen, die eine Pons bilden können.

Ventral-
fläche:

Genitalöffnung in Höhe der oberen Hälfte der Hüfte II; Genitalfurchen deutlich; Adanalschilder groß, stark chitinisiert und enden rechtwinklig; Subanalschilder klein, im vollgesogenen Zustand bilden sie euterähnliche Erhebungen; charakteristisch: das Zentrum der Subanalschilder liegt auf der verlängerten Achse der Adanalschilder (Abb.6).

Beine:

Coxa I gespalten; Beine zeigen um die Gelenke helle deutliche Ringe, bei trockenen Exemplaren sind die Dorsalflächen marmoriert.

Peritrema: Form variiert, immer großes Hauptteil.



Abb.5: H.a. excavatum ♂
ungesogen, Dorsal-
fläche
Orig. 18 x vergr.



Abb.6: H.a. excavatum ♂
ungesogen, Ventral-
fläche
Orig. 18 x vergr.

Hyalomma a. excavatum ♀♀

- Körper:** Länglich oval, ungesogen durchschnittlich 5mm x 3mm, gesogen durchschnittlich 17mm x 10mm, im vollgesogenen Zustand rechteckige Form.
- Capitulum:** Palpenglied II rechteckig, länger als Glied III. Collare breit, Areae porosae schlank, tief und scharf begrenzt.
- Scutum:** Durchschnittlich 2,4mm x 2,1mm, in der Regel länger als breit. Große, tiefe Punktation auf der Mitte des Scutums. Cervicalgruben messerförmig, reichen bis zur hinteren Kante des Scutums (Abb.7).
- Ventralfläche:** Genitalöffnung in Höhe der Hüfte II bei ungesogenen Exemplaren, bei vollgesogenen nach vorn verschoben; charakteristisch: Geschlechtsöffnung oval oder kreisförmig und immer ausgebuchtet.
- Beine:** Coxa I gespalten; schwache Protuberantia auf dem inneren Ast; deutliche helle Ringe um die Gelenke (Abb.8).
- Peritrema:** Stigmenplatte oval mit kurzem Schwanz,



Abb.7: H.a. excavatum ♀
ungesogen,
Dorsalfläche
Orig.18 x vergr.



Abb.8: H.a. excavatum ♀
ungesogen
Ventralfläche
Orig.18 x vergr.

Große Unterschiede in der Morphologie von *Hyalomma excavatum* (KOCH 1844 und DELPY 1936) veranlaßten KOMERANTZEV (1946), FELDMAN - MUFSAK (1954) und HOOGSTRAAL (1958), diese Spezies nicht als eigene Art anzusehen.

HOOGSTRAAL (1958) hat die Unterarten *H. a. excavatum*, *H. a. anatolicum* und *H. lusitanicum* zu einer Anatolicum - gruppe geordnet, die alle folgende gemeinsame Merkmale besitzen. Männchen: Lateralgruben fehlend oder weniger als 1/3 der Scutallänge; Subanalschilder direkt hinter den Adanalschildern gelegen; Cervicalgruben über das erste Drittel reichend; Caudalbereich eingedrückt zwischen zwei mehr oder weniger hervortretenden Furchen; Postero-Medianfurchen eng begrenzt auf die caudale Depression. Die Weibchen zeichnen sich durch eine knopfförmige, runde oder ovale Geschlechtsöffnung aus; Scutum länger als breit; Cervicalfurchen tief, breit den hinteren Rand des Scutums erreichend.

Hyalomma a. anatolicum unterscheidet sich in der Morphologie von *H. a. excavatum* durch eine geringere Größe (Scutallänge der Männchen bis 4mm, der Weibchen kleiner als 2mm) sowie durch schwache, oft zurückgebildete Subanalschilder und helle Beine, die trocken niemals marmoriert sind.

Hyalomma lusitanicum zeichnet sich gegenüber *H. a. excavatum* durch eine undeutliche oder fehlende Parma aus. Die Adanalschilder sind kurz und die Spiralplatten besitzen einen dicken, langen Fortsatz.

4. Kreuzungen

Bei den Argasiden berichtete ZUELZER (1921) von einer Kreuzung zwischen den nahe verwandten Arten *Argas reflexus* und *Argas persicus*. Ein isoliert gehaltenes *A. persicus*-Weibchen wurde nach der letzten Häutung von einem *A. reflexus*-Männchen befruchtet. Das Weibchen legte am 28. Tag nach der Begattung 117 Eier, aus denen 16 Adulte in 5 Monaten gezüchtet werden konnten. Die Kreuzung zwischen den Bastarden ergab, daß diese fruchtbar waren. Die Hybriden der F1-Generation zeigten in Größe und Gestalt eine sehr große Ähnlichkeit mit der *A. persicus* -

Mutter. In einem wichtigen physiologischen Merkmal folgten sie aber der väterlichen Art; sie übertragen nicht wie *A. persicus* die Hühnerspirochaetose.

Durch die Kreuzung eines Weibchens von *Ornithodoros parkeri* mit einem Männchen von *O. turicata* erhielt DAVIS (1942) 7 Ei-gelege, die bis zum Adultenstadium weiter gezüchtet werden konnten. Dagegen blieben bei CUNLIFFE (1921) nach der Paarung von *O. moubata* und *O. savignyi* die abgelegten Eier steril.

Bei dem Ansetzen von Imagines verschiedener Schildzeckenarten an demselben Wirtstier konnten ENIGK und GRITNER (1953) niemals eine Begattung zwischen zwei verschiedenen Arten beobachten. Die hohe Entwicklung der Hautsinnesorgane der Ixodiden erlaubt ein weitgehendes Differenzierungsvermögen unter den Arten. Nach SCHULZE (1942) sollen bei der Auffindung der Geschlechter die *Areae porosae* eine besondere Rolle spielen. BABOS (1958) weist auf eine Korrelation hin, die zwischen der Form und der Geschlechtsöffnung der Weibchen und der Größe des Hypostoms der Männchen bestehen soll.

Kreuzungsversuche, die das Auftreten von Zwischenformen zweier Zeckenarten erklären sollen, sind von PERVOMAIISKY (1950) beschrieben worden. Er kreuzte verschiedene Arten und Unterarten der Gattungen *Rhipicephalus* und *Hyalomma*.

Die Kreuzungen zwischen Männchen und Weibchen von *Rhipicephalus sanguineus* und *Rh. turanicus* ergeben eine fruchtbare Nachkommenschaft. Die Männchen von *Rh. sanguineus* können auch die Weibchen von *Rh. bursa* befruchten. Die Weibchen legen befruchtete Eier, aus denen viele Larven schlüpfen, die sich zu hybriden Adulten züchten lassen. Die hybriden Weibchen stimmen in ihren äußeren Merkmalen mit der mütterlichen Art überein. Bei der Rückkreuzung der weiblichen Bastarde mit Männchen der väterlichen Art *Rh. sanguineus* entstanden neben 323 Weibchen 27 Zeckengynander. Umgekehrt brachte eine Kreuzung zwischen *Rh. bursa*-Männchen und *Rh. sanguineus*-Weibchen keinen Erfolg. Die Weibchen von *Rh. sanguineus* saugen Blut und legen eine geringe Anzahl von unbefruchteten Eiern.

Bei der Kreuzung von nahe verwandten Unterarten der Gattung *Hyalomma*, wie zwischen *H. anatolicum excavatum* und *H. anatolicum anatolicum*, beobachtete PERVOMAIISKY (1950), daß die erste

Generation Zecken sich in ihren morphologischen Merkmalen von den Ausgangsformen unterscheidet. Ein Teil der hybriden Nachkommenschaft besitzt Merkmale der mütterlichen, ein Teil der väterlichen Art. Außerdem gab es Bastarde, die eine Kombination von Merkmalen beider elterlichen Unterarten besaßen.

Die Hybridisation von verwandten Hyalommaarten zeigte Abweichungen gegenüber der Kreuzung von Unterarten. Die Weibchen von *H. marginatum* kopulieren mit Männchen von *H. a. excavatum* und verhalten sich anscheinend wie befruchtete Weibchen. Sie saugen normal Blut, legen entsprechend ihrer Größe eine Anzahl von Eiern, doch diese sind nicht entwicklungsfähig. Andererseits aber werden die Weibchen von *H. a. excavatum* von *H. marginatum*-Männchen befruchtet und legen Eier, aus denen bis zu 20% Larven schlüpfen. Die Mehrzahl der hybriden Weibchen gleichen der mütterlichen Art, die übrigen zeigen die Morphologie beider Arten. Die hybriden Männchen besitzen Merkmale sowohl der väterlichen als auch der mütterlichen Art. In der F1-Generation traten mit den äußerlich normal entwickelten Männchen und Weibchen von 435 Exemplaren 61 Zeckengynander auf. Dabei zeigte es sich, daß die hybriden Gynander nicht nur geschlechtlich unterschiedlich sind, sondern auch die typischen Merkmale der Ausgangsarten, und zwar die weibliche Hälfte der Gynander diejenigen der mütterlichen, die männlichen der väterlichen Art aufweisen.

Dagegen war die Paarung zwischen *H. dromedarii*-Männchen und *H. a. excavatum*-Weibchen nicht möglich. Die Männchen kopulieren zwar, aber die Weibchen verhalten sich wie unbefruchtet. Sie bleiben mehrere Monate fest auf dem Wirtstier haften, saugen nur wenig Blut und legen vereinzelt sterile Eier.

5. Parthenogenese

Als erster beschrieb ARAGAO (1912) eine Zeckenart unter dem Namen *Amblyomma agamum*, die sich auch nach den bisherigen Beobachtungen nur parthenogenetisch fortpflanzt. Er studierte deren Population über drei Generationen an ihren natürlichen Wirten, brasilianischen Kaltblütern. Die gesamte Entwicklung

lief ohne das Vorhandensein von Männchen ab.

Angeregt durch die Beobachtungen von ARAGAO (1912) untersuchte MUTTALL (1913 und 1915), ob die Parthenogenese auch bei anderen Zeckenarten auftritt, bei denen sich die Männchen wie üblich mit Weibchen paaren und in gleicher Anzahl auf dem Wirtstier gefunden werden. Ein positives Ergebnis erreichte er mit *Rh. bursa*. Er setzte nur Weibchen dieser Art auf Schafe, die sich 25 bis 38 Tage am Wirt hielten. Allerdings unterbrachen sie dann ihre Nahrungsaufnahme, bevor sie ganz vollgesogen waren. Einige Weibchen begannen nach dem normalen Zeitraum mit der Eiablage. Sie legten erheblich weniger und teilweise sterile Eier. Aus den wenigen embryonierten Eiern schlüpften Larven.

Von dem parthenogenetischen Verhalten einer anderen Kaltblüterzecke, *A. dissimile*, berichtete BODKIN (1918). Für seine Versuche verwandte er zwei adulte Weibchen, die vorher als Nymphen in Glasröhrchen getrennt gehalten worden waren. Eine strenge Isolierung verhinderte eine Begattung durch Männchen. Zur Nahrungsaufnahme dienten Kröten. Die vollgesogenen Weibchen legten die normale Anzahl entwicklungsfähiger Eier. Aus den Larven entwickelten sich nur Weibchen von üblicher äußerer Gestalt und Größe. Erst nach der vierten parthenogenetischen Generation war eine Verminderung der Größe der Weibchen zu bemerken. Zwei Weibchen aus der dritten Generation wurden von Männchen befruchtet. Die Nachkommenschaft des Weibchens A bestand nur aus 6 weiblichen Adulten, die des Weibchens B aus 14 Weibchen und einem Männchen. Dagegen überwiegte unter natürlichen Bedingungen die Zahl der Männchen beträchtlich.

Ungleich ist auch das Vorkommen von Weibchen und Männchen bei *Haemaphysalis bispinosa*. BRENNER (1959) hat unter natürlichen und experimentellen Bedingungen gefunden, daß auf 400 Weibchen nur 1 Männchen kam. Die Sektion von 5 Männchen zeigte, daß diese keine Spermatozoen produzierten, unabhängig davon, ob sie gesogen hatten oder nicht. Durch Zuchtversuche glaubte er den Nachweis erbracht zu haben, daß sich *H. bispinosa* durch obligate Parthenogenese fortpflanzt.

STONE (1963) beobachtete die Parthenogenese bei *Boophilus microplus*. Er stellte fest, daß unbefruchtete Weibchen langsamer

saugen und weniger Blut aufnahmen als befruchtete. Die abgelegten Eier hatten eine längere Entwicklungsperiode als normal entwickelte. Nur 2% der geschlüpften Larven erreichten das Adultenstadium. Alle Adulten waren Weibchen, aus welchen noch 2 weitere parthenogenetische Generationen gezüchtet werden konnten.

Auch PERVOMAIISKY (1949) bestätigte mit seinen Versuchen die Parthenogenese bei einigen Hyalommaarten. Veränderungen im Entwicklungszyklus waren auffällig. Er sah, daß unbegattete Weibchen sich monatelang auf dem Wirtstier aufhielten, nur halbvollgesogen abfielen und wenige Eier legten. Die Entwicklung der Larve im Ei war verzögert. Das Intervall zwischen den zuerst und zuletzt geschlüpften Larven eines Geleges betrug 61 Tage. Auch das Verhalten der parthenogenetischen Larven unterschied sich. Normale Larven sammelten sich nach dem Schlüpfen und verblieben einige Tage im Ruhezustand. Parthenogenetische Larven hingegen sind ständig in Bewegung, bleiben hell und haben eine kurze Lebensdauer. Unter den parthenogenetischen Larven entdeckte PERVOMAIISKY (1949) Exemplare, die Anomalien im äußeren Körperbau aufwiesen. Bei der parthenogenetischen Entwicklung erreichten *H. marginatum* nur das Larven-, *H. dromedarii* das Nymphenstadium. Nur *H. a. excavatum* entwickelte sich parthenogenetisch zu Adulten. Alle diese Adulten waren normal entwickelte Weibchen.

Auch bei Argasiden ist eine Parthenogenese möglich. DAVIS (1950) erhielt von *Ornithodoros moubata* aus 48 unbefruchteten Eiern 38 Larven. Aus den Larven entwickelten sich Adulte, die alle Weibchen waren. Die Eiablage dieser parthenogenetisch entstandenen Weibchen war stark verzögert und die Dauer der Häutung war verlängert. Die Paarung eines parthenogenetischen Weibchens mit einem normalen Männchen ergab bei der Nachkommenschaft beide Geschlechter.

Als einziger hält BABOS (1964) eine Parthenogenese bei den Zecken für unwahrscheinlich. So zweifelte er auch die Versuche von ARAGAO (1912) und NUTTALL (1913) an, da beide Autoren nichts über die Herkunft der verwendeten Zeckenweibchen angaben. Er selbst konnte niemals parthenogenetisch entwickelte Zecken beobachten.

c. Anomalien

Mißbildungen bei Zecken sind mehrfach beschrieben worden. Nach ihrer Ausdehnung und Lokalisation teilte sie BABOS (1964) in folgende Gruppen ein, in allgemeine Anomalien (Gynandromorphismus, Doppeltorsi und Asymmetrie) sowie in Anomalien am Körper (Furchen, Peritrema, Augen usw.) und am Capitulum und an den Beinen.

Unter Gynandromorphismus versteht man einen geschlechtlichen Dimorphismus, bei dem Männchen weibliche, Weibchen männliche Merkmale aufweisen. Die weiblichen und männlichen Geschlechtsmerkmale sind jeweils auf eine Körperhälfte beschränkt. Aber auch ein mosaikartiges Auftreten der Merkmale ist möglich. Solche Zeckengynander sind unter anderem von JOAN (1916), SCHULZE (1932) und GÖTHE (1967) beschrieben worden. Auch PERVOMAISSKY (1950, 1954) erhielt häufig Gynander bei Kreuzungen sowohl von *H. a. excavatum* mit *H. marginatum* als auch von *Rh. bursa* mit *Rh. sanguineus*. Zahlreiche Hypothesen versuchen den Gynandromorphismus durch Anomalien bei der Teilung der Eikerne, insbesondere durch Veränderungen der Chromosomenzahl zu erklären.

Von Doppeltorsi bei Ixodiden spricht man dann, wenn sich der Körper V-förmig teilt. ABCIM - INGLEZ (1942) fand 26 Doppeltorsi verschiedenen Typs unter den Nachkommen eines im Laboratorium gezüchteten *Haemaphysalis punctata*- Weibchens. Er stellte bei der Entwicklung der Nachkommen fest, daß die doppelten Organe (vor allem Anus und Peritrema) bei der Häutung erhalten bleiben. Die Ursache für diese Doppelbildungen ist noch nicht geklärt. CAMPANA - FOUGET (1959) und SERVATY (1950) halten es für wahrscheinlich, daß Doppeltorsi bei Zecken sich aus einem Ei entwickeln, indem der Embryo sich in einem frühen Entwicklungsstadium verdoppelt.

Eine geringgradige Asymmetrie ist nach DELPY (1936) häufig. In der Regel beruht sie auf mechanischen Einwirkungen bei der Häutung. Eine innere Asymmetrie wird nur bei der Blutaufnahme sichtbar.

Als lokale Anomalien wurden von NEUMANN (1899) das Fehlen eines Beines bei einer *Amblyomma*-art, von OLENEV (1930) bei *Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis chlodkowskyi* und bei

Dermacentor niveus beobachtet. Mißbildungen an den Palpen und am Capitulum fanden DELPY (1936) und ALFEJEV (1948) bei *Hyalomma dromedarii*. Die Häufigkeit des Vorkommens von Mißbildungen wird von NEUMANN (1899), HARBURTON und NUTTALL (1909), SENEVET (1922), BRUMPT (1934), DELPY (1936) und CAMPANA - ROUGET (1959) nach eingehenden Untersuchungen einer großen Anzahl von Zecken verschiedener Arten als relativ gering angegeben.

III. Eigene Untersuchungen

Beim vorhergegangenen Studium der Literatur fiel auf, daß manche Autoren zwar Zecken gleicher Spezies auf Haus- und Wildtieren gesammelt hatten, diese jedoch teilweise in ihrer Morphologie so stark variierten, daß sie Merkmale von zwei oder mehreren Arten aufwiesen. Deshalb sollte ich Variationsbreite und Konstanz von *Hyalomma dromedarii* und *Hyalomma anatolicum excavatum* untersuchen. Hierzu wurden beide Arten über mehrere Generationen gezüchtet und ständig die Konstanz ihrer typischen morphologischen Merkmale kontrolliert. Weiterhin studierte ich kreuzungsprodukte sowie das parthenogenetische Verhalten beider Arten.

A. Material und Methodik

Für die Versuche wurden aus Syrien stammende und im Institut an Kaninchen adaptierte *aoulte H. dromedarii* und *H. a. excavatum* verwandt. Die Züchtung der Larven sowie die Entwicklung der verschiedenen Stadien erfolgte im Exsikkator bei 28°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 85 - 95%. Durch Einlegen von mit Thiomersalat getränkten Plättchen in die Zuchtgefäße sowie durch Betupfen der Zecken und ihrer Gelege wurde eine Schimmelbildung verhindert. Die Fütterung der Larven und Nymphen geschah an weißen Mäusen.

Jeweils 800 vollgesogene Nymphen von *H. dromedarii* und *H. a. excavatum* wurden von den Mäusen abgesammelt und jede einzeln separat in einem Glasröhrchen im Exsikkator zum

Schlüpfen gebracht. Die Adulten wurden dann auf die oben angegebenen typischen Merkmale unter dem Stereomikroskop geprüft und atypische Exemplare von den weiteren Versuchen ausgeschlossen. Nach dem Ansetzen der Adulten an den Ohren zuvor zeckenfrei-gehaltener Kaninchen verschiedener Rassen brachte ich Ohrmanschetten an, um ein Abwandern und Abschüteln der Zecken zu verhindern (Abb.10).



Abb.9:
Zeckenbesatz
an Maus
(mit Halskragen)
Orig.

Abb.10:
Zeckenbesatz
an Kaninchen
(mit Ohrmanschette)
Orig.



Für die Kreuzungen wurden an 10 Kaninchen jeweils an einem Ohr 6 H. dromedarii-Weibchen und 6 H. a. excavatum-Männchen und an 10 weiteren Kaninchen jeweils 6 H. a. excavatum-Weibchen und 6 H. dromedarii-Männchen zum Saugen angesetzt. Im Gegensatz dazu fütterte ich für die Parthenogeneseversuche an 10 Kaninchen nur 6 Weibchen von H. dromedarii und an 10 weiteren Kaninchen 6 Weibchen von H. a. excavatum.

Zur Kontrolle dienten je 6 weibchen und 6 Männchen beider Arten, die auf 30 weiteren bisher zeckenfreien Kaninchen saugten.

Die bei den Kreuzungsversuchen entstandenen 58 weibchen unterteilte ich in drei Gruppen. Vier mißgestaltete Weibchen und ein Zeckengynander wurden für die weiteren Versuche nicht verwandt. mit jeweils 18 weibchen wurde eine Rückkreuzung mit 18 Männchen der mütterlichen und väterlichen Art versucht. Die restlichen 18 weibchen wurden ohne Männchen zum Saugen angesetzt und geprüft, ob sie sich parthenogenetisch fortpflanzen können.

Bei der Parthenogenese entwickelten sich in der ersten Generation 32 Weibchen. Davon wurden jeweils 10 Exemplare mit je 10 Männchen von *H. dromedarii* und *H. a. excavatum* gepaart. Die restlichen 12 weibchen wurden ohne männchen gefüttert, um eine eventuelle Parthenogenese über eine weitere Generation beobachten zu können.

Als Kriterium für die biologische Prüfung berücksichtigte ich den Zeitpunkt der Begattung, die Intensität der Blutaufnahme, die Zahl der eierlegenden Weibchen, die Größe der Gelege sowie die Schlupfzeit und Schlupfrate der Larven. Weiterhin wurde die Morphologie der Entwicklungsstadien und der Adulten auf Abnormitäten untersucht.

B. Ergebnisse

Durch die Züchtung von *H. dromedarii* und *H. a. excavatum* unter Laborbedingungen sollte innerhalb mehrerer Entwicklungszyklen die Variationsbreite beider Arten und in seiner Morphologie typisches Ausgangsmaterial gewonnen werden. In Kreuzungsversuchen wurde geprüft, ob *H. dromedarii* und *H. a. excavatum* gute Arten sind, oder ob es sich um Varianten einer Art handelt. Weiterhin wurde das parthenogenetische Verhalten beider Arten untersucht.

1. Variationsbreite

Aus den jeweils 800 isoliert gehaltenen Nymphen schlüpften bei *Hyalomma dromedarii* 416 Weibchen und 363 Männchen, bei *Hyalomma anatolicum excavatum* 382 Weibchen und 398 Männchen. Die restlichen Nymphen starben während der Metamorphose.

Die Variationsbreite von *H. dromedarii* und den Unterarten der Anatolicumgruppe war beträchtlich. Betrachtet man jedoch nur die Merkmale der Subspezies *H. a. excavatum*, so ergaben sich keine allzugroßen Abweichungen von der bereits beschriebenen Morphologie.

Typisch war, daß bei beiden Arten Exemplare vorkamen, die einen schmalen und länglichen Körper hatten. Die Punktation der Schilder der Männchen und Weibchen beider Arten variierte von Exemplar zu Exemplar. Schon bei den ungesogenen Männchen war besonders die Analbeschilderung sehr variabel, so daß Zwischenformen der beiden Arten auftraten. Unter den *H. dromedarii*-Männchen waren 11 Exemplare, deren Adanalschilder fast rechtwinklig endeten und deren Subanalschilder schmal und länglich waren. Diese Exemplare ähnelten deshalb in der Morphologie *H. a. excavatum*. Umgekehrt gab es 7 *H. a. excavatum*-Männchen, die ein breites Subanalschild hatten, so daß das Zentrum der Subanalschilder nicht auf der verlängerten Achse der Adanalschilder lag (ähnlich *H. dromedarii*). Weiterhin fiel auf, daß nur 154 *H. a. excavatum*-Männchen eine typische Fons besaßen und bei 36 die Parma undeutlich ausgebildet war.

Bei 78 Männchen von *H. a. excavatum* wird die Marginalfurche von einer Linie von Punkten nach vorn fortgesetzt. Diese Besonderheit führte zu Differenzierungsschwierigkeiten, weil es sich hierbei auch um ein Merkmal anderer Arten handeln könnte.

Bei der Durchsicht der Exemplare war auffallend, daß die Männchen in ihren morphologischen Merkmalen stärker variierten als die Weibchen. Bei dem größten Teil der Weibchen (297) von *H. dromedarii* war das Schild wenig länger als breit, bei mehreren (104) so lang wie breit. Nur bei einigen schmalen Exemplaren (15) war das Schild wesentlich länger als breit. Diese Weibchen ähnelten auf der Dorsalfläche denen von *H. a. excavatum*.

Ein breites Schild besaßen 13 H. a. excavatum-Weibchen (ähnlich H. dromedarii). Weiterhin besaß die Geschlechtsöffnung bei einem Großteil der Weibchen (320) von H. a. excavatum eine runde, wenige (54) eine ovale und nur 8 Exemplare eine breit-dreieckige Form mit einer stumpfen Spitze. Immer aber war die Geschlechtsöffnung vorgewölbt. Deshalb könnte diese letzte Form fälschlich für H. dromedarii gehalten werden.

Bei der Züchtung über mehrere Generationen zeigte es sich, daß auch bei Verwendung morphologisch typischer Adulten, sowohl von H. a. excavatum als auch von H. dromedarii, bei der Nachkommenschaft auch gewisse Variationen auftraten.

2. Entwicklungszyklus

Beide Arten haben einen annähernd gleichen Entwicklungszyklus. Die Adulten kopulieren während der Blutaufnahme auf dem Wirtstier. Die Männchen saugen wenig Blut und suchen die anhaftenden Weibchen auf. Die Kopulation wirkt stimulierend auf die Blutaufnahme der Weibchen.

Eine Begattung vor dem Saugen konnte bei beiden Hyalommaarten nicht beobachtet werden. Wenn gemeinsam geschlüpfte Weibchen und Männchen über eine längere Zeit zusammen in Glasröhrchen im Exsikkator gehalten und dann zum Saugen getrennt auf Kaninchen gesetzt wurden, war die Saugzeit der Weibchen wesentlich verlängert und der Grad des Vollgesogenenseins gegenüber auf dem Wirt begatteter Weibchen verzögert. Die weitere Entwicklung verlief gleich der partenogenetischen. Eine Begattung von unbefruchteten, vollgesogenen Weibchen durch gesogene Männchen konnte im Versuchsglas unter dem Stereomikroskop beobachtet werden. Diese Exemplare verhalten sich wie befruchtete Weibchen.

Im Verlauf der Kopulation legen sich Männchen und Weibchen mit der ventralen Körperfläche aneinander. Ein flaschenförmiger Spermatophor haftet an der Geschlechtsöffnung des Weibchens. An der Einführung des Spermas in die Genitalöffnung des Weibchens nimmt auch das Capitulum des Männchens teil, indem es Hypostom und Cheliceren in die Genitalöffnung des Weibchens

senkt und während der ganzen Dauer der Kopulation darin be-
läßt. Wahrscheinlich hält sich das Männchen auf diese Weise
am Weibchen fest.

Die Dauer des normalen Entwicklungszyklus sowie der Parthe-
nogenese jeder Spezies war verschieden. Die einzelnen Werte
werden deshalb in einer Tabelle zusammengestellt.

Entwicklungsperioden	Zucht (in Tagen)	Parthenogenese (in Tagen)
Saugdauer der Adulten	6 - 10	14 - 26
Beginn der Eiablage	6 - 10	8 - 12
Schlupf der Larven	36 - 48	60 - 80
Chitinisierung d. Larven	10 - 14	5 - 10
Saugdauer der Larven	3 - 6	5 - 10
Metamorphose der Larven	5 - 8	5 - 8
Chitinisierung der Nymphen	5 - 8	4 - 6
Saugdauer der Nymphen	4 - 6	4 - 6
Metamorphose d. Nymphen	15 - 20	15 - 20
Chitinisierung d. Adulten	10 - 14	8 - 12

Tab.: Dauer der Entwicklung von *Hyalomma dromedarii* und
H. a. excavatum (normale Zucht, Parthenogenese)
unter Laborbedingungen.

Die Dauer eines Entwicklungszyklus von *Hyalomma dromedarii* und
Hyalomma a. excavatum unter natürlichen Bedingungen beträgt im
Minimum ca. 100 Tage, im Labor nach eigenen Beobachtungen etwa
100 - 120 Tage.

Die vollgesogenen und befruchteten Weibchen verlassen das Wirts-
tier und beginnen nach einem Ruhestadium mit der Eiablage. Die
Größe der Gelege richtet sich nach der aufgenommenen Blutmenge.
Hyalomma dromedarii-Weibchen legen bis zu 12000, *H. a. excava-*
tum-Weibchen bis zu 10000 Eier, aus denen durchschnittlich 90%
Larven schlüpfen. Die Kutikula der Larven ist anfangs noch weich
und unpigmentiert. Bis zur vollständigen Chitinisierung bleiben
die Larven in der Nähe des Exuvienhaufens zusammen. Erst nach
fortgeschrittener Härtung begannen die Larven mit der Blutauf-

nahme an weißen Mäusen. Eine große Anzahl vollgesogener Larven verläßt das Wirtstier und häutet sich in der Spreu zu Nymphen. Die restlichen Larven verbleiben am Wirtstier und vollziehen hier ihre Metamorphose zu Nymphen. Die Nymphen brauchen ebenfalls eine gewisse Zeit zur Härtung ihres Integumentes und saugen dann wiederum an dem gleichen Wirt. Vollgesogen verlassen sie das Wirtstier und häuten sich zu Adulten. Nach ausreichender Chitinisierung befallen Adulte einen neuen Wirt (z.B. Kaninchen), um Blut aufzunehmen, zu kopulieren und eine weitere Generation zu produzieren.

3. Kreuzungsversuche

Bei der Hybridisation wurden zunächst 60 typische *Hyalomma a. excavatum*-Weibchen und 60 typische *H. dromedarii*-Männchen an Kaninchen gesetzt. Die Weibchen hafteten nach kurzer Zeit am Wirtstier. Die Männchen saugten normal Blut, wanderten zu den Weibchen und gingen mit diesen in Kopulationsstellung. Eine Befruchtung fand aber nicht statt. Obwohl die Weibchen mehrere Wochen auf dem Wirt verblieben, nahmen nur einige etwas Nahrung auf. Von den 60 angesetzten Weibchen verließen 12 den Wirt ungefähr halbvollgesogen, 42 hatten noch weniger Blut aufgenommen und 6 waren abgestorben. 7 von den 12 gesogenen Weibchen legten Eier ab, wobei das größte Gelege aus etwa 3200, das kleinste aus 128 Eiern bestand. 3 Weibchen hatten teilweise bereits embryonierte Eier. Aus dem größten Eigelege (ca. 3200) schlüpften bis zum 68. Tage nach dem Beginn der Eiablage lediglich 2 mißgestaltete Larven, die nach wenigen Stunden starben. Bei der Auszählung der Eier wurden in einem anderen Gelege weitere 3 tote, noch teilweise in der Eihülle befindliche Larven gefunden.

Bei einem zweiten Versuch wurden 60 Weibchen von *Hyalomma dromedarii* mit 60 Männchen von *H. a. excavatum* gepaart. Die Weibchen hafteten an den Ohren der Kaninchen, die Männchen gingen dann mit diesen in Kopulationsstellung. Nachdem die weiblichen Exemplare nach 14 - 18 Tagen ihre Nahrungsaufnahme beendeten und den Wirt verließen, hatten 21 die Größe normal

gesogener Zecken, 25 waren zu mehr als $2/3$, nur 3 Weibchen zu weniger als der Hälfte vollgesogen. Die restlichen 3 hatten kein Blut aufgenommen und starben. Eier legten insgesamt 35 Weibchen. Die Größe der Gelege schwankte zwischen 9000 und 173 (im Durchschnitt 3000-6000) Fiern.

60 - 80 Tage nach dem Beginn der Eiablage schlüpften aus Eiern von 18 Gelegen Larven. Obwohl bis zu 60% der Eier embryoniert waren, betrug die Larvenschlupfrate nur 3%. Bei der Durchsicht der Gelege zeigten bis zu 40% der geschlüpften Larven Mißbildungen. Sie waren ferner blass und ihre Bewegungen recht schwerfällig. Es fehlte auch nach dem Schlüpfen das sonst übliche Ruhestadium, so daß sie nach 20 - 30 Tagen abstarben. Wurden diese Larven zu einem früheren Zeitpunkt auf weiße Mäuse gesetzt, so saugten nur diejenigen mit normal entwickelten Mundwerkzeugen und intaktem Intestinalsistem. Anomalien der Extremitäten blieben dagegen für die weitere Entwicklung von untergeordneter Bedeutung. Zeckenlarven mit 5 Beinen häuten sich nach dem Saugen zu 7- beinigen Nymphen, ohne daß sonst noch andere Abweichungen in der Morphologie auftreten.

Das Integument dieser Larven und Nymphen ist erheblich dünnwandiger, dessen Erhärtung tritt früher als bei normalen Entwicklungsstadien auf. Die bei Nymphen teilweise beobachteten Anomalien bleiben im Adultenstadium erhalten. Auch bei normaler Saugdauer starben viele vollgesogene Larven und Nymphen während der Metamorphose ab.

Aus den 66 vollgesogenen Nymphen schlüpften 59 Adulte, wovon 57 Weibchen und der *H. dromedarii*-Mutter gleich waren. Weiterhin konnten ein weiblicher Doppeltorso und ein Zeckengynander beobachtet werden. Bei mehreren mißgestalteten Weibchen fehlten ein Auge, eine Palpe oder die Chelicerenscheide. Sie wurden deshalb für die weiteren Versuche nicht verwandt.

18 Weibchen der F1- Generation wurden mit 18 Männchen von *H. dromedarii* rückgekreuzt. 4 weibchen waren halbvollgesogen, 7 hatten sich angeheftet ohne zu saugen, die übrigen starben ab. Nur 2 weibchen legten nach 16 - 18 Tagen 154 bzw. 131 Eier. Obwohl diese von einem Gelege embryoniert waren, kam es nicht zum Larvenschlupf.

Weitere 18 Weibchen der F1- Generation wurden mit 18 Männchen von *H. a. excavatum* gepaart. Zwei Weibchen hatten nach 21 Tagen etwas Nahrung aufgenommen, die übrigen starben am Wirt. Ein Weibchen legte wenige, jedoch sterile Eier.

Ohne Männchen saugten schließlich 18 weitere F1- Weibchen an Kaninchen. Von 4 Weibchen, die nach 18 Tagen halbvollgesogen waren, legten nur 3 wenige sterile Eier ab. Bei einem Weibchen waren zwar einige Eier embryoniert, in einer späteren Entwicklungsphase aber starben sie ebenfalls ab.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei der Kreuzung von *H. dromedarii*-Weibchen mit *H. a. excavatum*-Männchen 57 Weibchen, 1 Doppeltorso und 1 Gynander entstanden. Bei der Rückkreuzung der Weibchen konnte eine weitere Generation nicht erzielt werden. Die Kreuzungsprodukte von *H. a. excavatum*-Weibchen mit *H. dromedarii*-Männchen erreichten nur das Larvenstadium.

4. Parthenogenese

Für die Parthenogeneseversuche wurden an 10 Kaninchen 60 Weibchen von *H. dromedarii* gesetzt. Sie saugten langsamer und etwas weniger Blut als begattete Exemplare. So waren 16 Weibchen vollgesogen, 25 hatten nur zu 2/3, 13 noch weniger Nahrung aufgenommen, 6 Versuchszecken starben, ohne Blut gesaugt zu haben. 28 Weibchen der ersten beiden Gruppen und 1 Weibchen der dritten Gruppe brachten Gelege zwischen 7000 und 89 (im Durchschnitt 2000 - 4000) Eier.

Innerhalb von 60 - 80 Tagen schlüpften aus den bis zu 80% embryonierten Eiern von 21 Gelegen Larven. Allerdings betrug die Schlupfrate auch hier nur 2-3%, wobei viele Larven mißgestaltet waren. In ihrer Entwicklung und ihrem Verhalten ähnelten sie der Nachkommenschaft der Kreuzungsversuche. Aus 34 vollgesogenen Nymphen entwickelten sich 32 Weibchen. Ihre Morphologie stimmte mit derjenigen der Mutter überein.

Die parthenogenetische Entwicklung von *Hyalomma anatolicum excavatum* wurde ebenfalls an 60 Weibchen studiert. Sie nahmen ohne die Anwesenheit von Männchen kaum Nahrung auf und

verblieben fast ungesogen monatelang auf dem Wirtstier. Nur 4 Weibchen waren etwa halbvollgesogen und legten zwischen 1000 - 200 Eier. Von lediglich 2 Gelegen waren diese zu 60% embryoniert. Nur 1 normal entwickelte sowie 3 mißgestaltete Larven schlüpften aus den Eiern des einen, 2 mißgestaltete Larven aus dem anderen Gelege. Die normal entwickelte Larve haftete sich zwar nach dem Ansatz an eine Maus an, starb aber ohne Blutaufnahme. Die 5 mißgestalteten Larven starben bereits wenige Stunden nach dem Schlupf.

Aus diesen Ergebnissen wird geschlossen, daß eine parthenogenetische Entwicklung bei beiden Hyalommaarten möglich ist. Bei *H. a. excavatum* erreichte sie nur das Larvenstadium; bei *H. dromedarii* entwickelten sich 32 adulte Weibchen. Eine weitere parthenogenetische Generation war nicht möglich.

5. Mißbildungen

Die aus den Kreuzungsversuchen und der Parthenogenese resultierenden Larven waren zu einem großen Teil mißgestaltet. Bei ca. 80% fehlten ein oder mehrere Beine. Diese Ectomelie war sowohl symmetrisch als auch asymmetrisch (Abb. 11-12).



Abb. 11: Larve v. *H. dromedarii*
(Parthenogenese) mit
nur 4 Beinen (sym.)
Orig. 120x vergr.

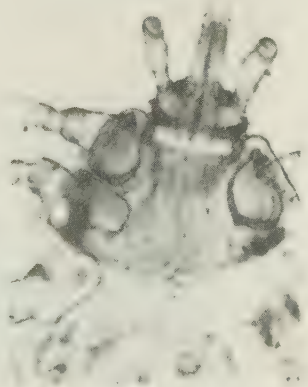


Abb. 12: Larve v. *H. dromedarii*
(Parthenogenese) mit
nur 4 Beinen (asym.)
Orig. 120x vergr.

weiterhin wurden bei einem Exemplar 5 Hüften beobachtet. Hier war das li. Bein III mit dem Trochanter des Beines II verwachsen.

Ebenfalls auffallend (12%) waren Veränderungen am Capitulum. Die Möglichkeit der Nahrungsaufnahme richtete sich nach dem Grad der Degeneration der Mundwerkzeuge. Larven, denen teilweise eine Palpe oder Chelicere (Abb.13 und 14) fehlte, konnten sich zu Adulten weiterentwickeln. Dagegen starben Exemplare ohne Capitulum (Abb.15) unmittelbar nach dem Schlüpfen.



Abb.13: Larve v. *H. dromedarii*
(Parthenogenese) re.
Chelicere mißgebildet.
Orig. 120x vergr.

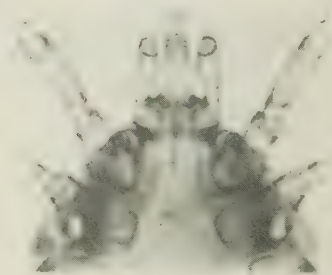


Abb.14: Larve v. *H. dromedarii*
(normale Entwicklung)
Orig. 120x vergr.

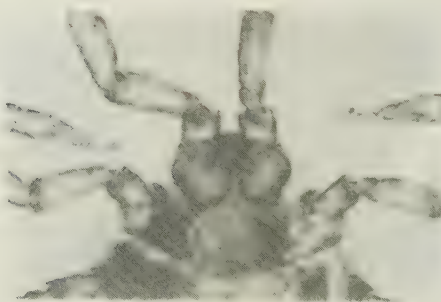


Abb.15: Larve v. *H. dromedarii*
(Parthenogenese) ohne
Capitulum
Orig. 120 x vergr.

einer Larve fehlten das Rostrum und die li. Palpe. An der re. Palpe war anterior-lateral ein zusätzliches verkümmertes siebentes Bein angewachsen (Abb. 16).

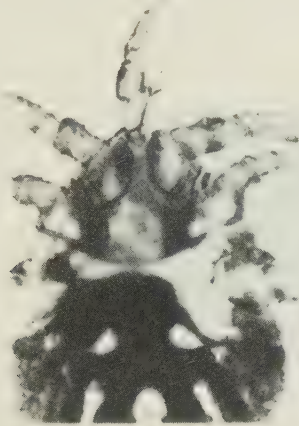


Abb. 16: Larve v. *H. dromedarii*
(Parthenogenese) ohne
Rostrum und li. Palpe
Orig. 120 x vergr.

Diese Anomalien können bei der Metamorphose erhalten bleiben. So entstand aus einer 5-beinigen Larve eine 7-beinige Nymphe. (Abb. 17 und 18).

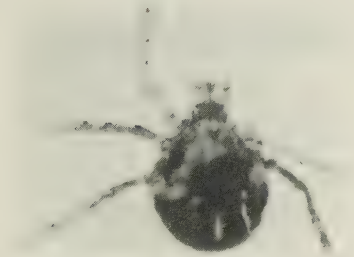


Abb. 17: Larve v. *H. dromedarii*
(Parthenogenese) mit
nur 5 Beinen
Orig. 40 x vergr.



Abb. 18: Nymphe v. *H. dromedarii*
(Parthenogenese) mit
nur 7 Beinen
Orig. 25 x vergr.

Diese entwickelte sich allerdings nicht mehr zur Adulten. Bei einer weiteren Nymphe waren 2 Ani ausgebildet. Das sich daraus entwickelnde Weibchen besaß diese ebenfalls, es stellte also die einfache Form eines Doppeltorso dar (Abb. 19 und 20).

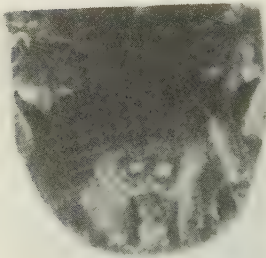


Abb.19:Weibchen v. *H.dromedarii*
(Kreuzungsprodukt aus
H.dromedarii + und *H.a.*
excavatum o) mit 2 Ani
Orig. 18 x vergr.

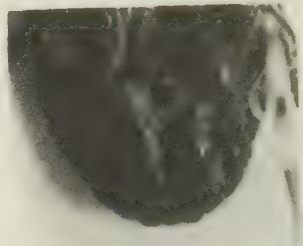


Abb.20:Weibchen von
H.dromedarii
(normale ent-
wicklung)
Orig. 18 x vergr.

Unter den 59 Exemplaren, die aus den kreuzungsversuchen hervorgegangen sind, befand sich außer Weibchen auch ein Gynander (Abb. 21). Das Schild erreichte den lateralen Rand hinter dem Peritrema. Das Integument der re. Seite ist hell und steht ähnlich dem der Männchen etwas über. Die rechte Cervicalgrube reicht weiter nach posterior als die linke. Die Ventralseite zeigt Asymmetrie. Die Anal- und Genitalfurchen sind nach links verschoben. Der Gynander besitzt eine männliche Geschlechtsöffnung, eine Analbeschilderung fehlt jedoch. Die rechten Coxae und Beine sowie das rechte Peritrema entsprechen ebenfalls denen der Männchen von *H. dromedarii*. Die linken Beine und das linke Peritrema sind weiblich.



Abb.21:Gynander (Kreuzungs-
produkt aus *H.dromedarii* ♀
und *H.a.excavatum* ♂)
Orig. 18 x vergr.

Zusammenfassend haben die Untersuchungen ergeben, daß sowohl bei Kreuzungsversuchen als auch bei parthenogenetischer Entwicklung verschiedenartige Mißbildungen auftreten.

IV Besprechung der Ergebnisse

Bei den Kreuzungs- und parthenogeneseversuchen von *Hyalomma dromedarii* und *H. a. excavatum* wurde streng darauf geachtet, daß die verwendeten Adulten vor Versuchsbeginn keine Möglichkeit zu einer Begattung hatten, obwohl ich bei beiden Arten, wie auch PERVOMAIISKY (1949), nie eine Befruchtung vor dem Saugen beobachten konnte.

Für das gegenseitige Auffinden der Geschlechter sollen nach SCHULZE (1942) die Hautsinnesorgane der Weibchen, insbesondere die *Areae porosae* eine Rolle spielen. Bei meinen Versuchen konnte ich jedoch feststellen, daß ausschließlich die Männchen die Weibchen zur Begattung aufsuchen. Das Hallersche Organ scheint eine Bedeutung bei der Auffindung des spezifischen Wirtes zu haben. Adulte, denen das Organ amputiert wurde, saugten auch an unspezifischen Wirten, z.B. an weißen Mäusen.

Die Dauer des Entwicklungszyklus schwankte bei DELPY (1937) unter natürlichen Bedingungen im Iran zwischen 93 Tagen im Sommer und 280 Tagen im Winter. Unter unseren Laborbedingungen wurden durchschnittlich 110 - 120 Tage gebraucht. Dabei war der Zyklus im Winter um etwa 30 Tage verlängert.

Befielen Larven einen Wirt und saugten Blut, so war festzustellen, daß der größte Teil der Zecken nach dem Saugen den Wirt verließ. Der Rest verblieb vollgesogen am Wirt und häutete sich hier zu Nymphen. Diese nahmen dann ebenfalls wieder am gleichen Tier Blut auf. Daraus geht hervor, daß die beiden von mir verwendeten *Hyalomma*-arten unter Laborbedingungen in erster Linie dreiwirtig sind, sich aber auch zweiwirtig verhalten können.

Daß Kreuzungen zwischen verschiedenen Zeckenarten möglich sind, zeigten ZUELZER (1921) und DAVIS (1942) mit Argasiden sowie PERVOMAIISKY (1950) mit Ixodiden. Eine gegensätzliche Meinung äußerten ENIGK und GRIFTNER (1953). Besonders auffallend war im Schrifttum die Tatsache, daß zwar die Männchen einer Art die Weibchen einer anderen nahe verwandten Art begatten konnten, umgekehrt aber eine Kreuzung nicht möglich war (PERVOMAIISKY 1950). Eine Erklärung hierfür glaubt BABOS (1958) durch die Form der weiblichen Geschlechts-

Öffnung und die Größe des männlichen Hypostoms gefunden zu haben. In meinen Versuchen fand ich die Untersuchungen von PERVOMAIISKY (1950) bestätigt. Während die Weibchen von *H. dromedarii* in Anwesenheit der Männchen von *H. a. excavatum* gut Nahrung aufnahmen, sogen *H. a. excavatum*-Weibchen im Beisein von *H. dromedarii*-Männchen kaum Blut. Deshalb legten viele *H. a. excavatum*-Weibchen keine oder nur wenige Eier. Die Nachkommenschaft aus der ersten Kreuzung bestand aus 58 Weibchen und 1 Zeckengynander. PERVOMAIISKY (1950) hat bei Kreuzungen in der Nachkommenschaft neben Weibchen auch Männchen erhalten. Die Weibchen der F1- Generation ließen sich mit Männchen der Ausgangsarten fruchtbar rückkreuzen. Im Gegensatz zu PERVOMAIISKY (1950) erhielt ich in Kreuzungsversuchen nur Weibchen, die sich weder mit der väterlichen noch mütterlichen Art rückkreuzen ließen.

Weiterhin war auffallend, daß die Entwicklungsstadien der Nachkommenschaft bei der Kreuzung wie bei der Parthenogenese in ihrer Morphologie und ihrem Verhalten übereinstimmten. Diese Feststellungen ließen die Vermutung aufkommen, daß bei den Kreuzungsversuchen die Weibchen nicht befruchtet wurden und die Nachkommenschaft parthenogenetischen Ursprunges war. Gegen diesen Verdacht spricht aber die Tatsache, daß unter den adulten Weibchen auch ein Gynander vorkam. Auch PERVOMAIISKY (1950) hat solche Gynander bei Kreuzungsversuchen mit *Hyalomma*-arten erhalten. Daneben fiel in meinen Versuchen auf, daß bei der Parthenogenese ausschließlich normal entwickelte Weibchen auftraten.

Eine Parthenogenese ist trotz der Zweifel von BABOS (1964) bei Zecken möglich. Besonders bei Kaltblüterzecken soll sie häufiger, nach ARAGAO (1912) bei *Amblyomma rotundatum* (agammum) sogar obligat sein. Auch BREMNER (1959) behauptet, eine obligate Parthenogenese bei *Haemaphysalis bispinosa* beobachtet zu haben. Jedoch traten bei ihm auch bei der Parthenogenese vereinzelt Männchen auf, die allerdings keine Spermatozoen produzierten. Für diese Ergebnisse fehlt in der bisherigen Literatur auch gegenüber anderen Arten jegliche Bestätigung.

Eine fakultative Parthenogenese ist bei vielen Zeckenarten möglich. Die von PERVOMAIISKY (1949) bei der parthenogenetischen

Entwicklung beobachteten Unterschiede gegenüber der normalen Entwicklung kann ich bestätigen und ergänzen. Es gelang mir auch die Entwicklung parthenogenetischer *H. dromedarii*-Weibchen, allerdings erreichte dabei *H. a. excavatum* nur das Larvenstadium.

Die Ursache, weshalb Weibchen einiger Ixodidenarten ohne Männchen Nahrung aufnehmen, Eier legen und diese sich weiterentwickeln, ist nicht geklärt. Andererseits soll auch die Anwesenheit von artfremden Männchen eine intensivere Blutaufnahme bewirken. In jedem Falle aber erfolgt eine Stimulierung der Sauglust durch die Kopulation bzw. den Kopulationsversuch der Männchen.

Ein Charakteristikum parthenogenetischer Larven scheint ein dünneres Integument zu sein. Dieses chitiniert in kürzerer Zeit und färbt durch seine helle Farbe gegenüber normalen Larven auf. Die aus solchen Larven resultierenden Weibchen waren in den vorliegenden Versuchen weder in der Lage, eine weitere parthenogenetische Generation hervorzubringen noch mit Männchen der gleichen Art Nachkommen zu erzeugen. Dies war ja BODKIN (1918) mit *Amblyomma dissimile* gelungen.

Mißgebildete Exemplare werden beim Sammeln von Zecken wiederholt beobachtet. Als eine Ursache hierfür müssen Kreuzungen (Gynander) und besonders Parthenogenese angesehen werden.

Eine erstaunliche Variabilität, die DELPY (1936) bei *Hyalomma dromedarii* bemerkte und die zur Aufteilung der Art *Hyalomma excavatum* in die Unterarten einer Anatolicumgruppe führte, kann ich bestätigen. Eine genaue Kenntnis der Variationsbreite von *H. dromedarii* und *H. a. excavatum* ermöglicht es, auch atypische Exemplare einer bestimmten Art zuzuordnen. Weiterhin sollte bei der Bestimmung beider Arten der Fundort eine gewisse Berücksichtigung finden; denn es scheinen sich geographische Rassen innerhalb der beiden Arten ausgebildet zu haben.

Die Ursache für die Variationsbreite innerhalb einer Art kann nur genetischen Ursprungs sein. Eine Labilität der Gene, die eine Streuung der Erbmerkmale bewirkt, muß angenommen werden. Kreuzungen zwischen *H. dromedarii* und *H. a. excavatum* sind nicht die Ursache für die Variabilität der Merkmale. Dies haben meine Versuche einwandfrei erwiesen.

V. Zusammenfassung

Es wurde der Entwicklungszyklus von *Hyalomma dromedarii* und *Hyalomma anatolicum excavatum* unter Laborbedingungen untersucht. Die Gesamtentwicklung dauerte 110 - 130 Tage. Dabei traten sowohl im Ausgangsmaterial als auch in der Nachkommenschaft typischer weibchen eine beträchtliche Variationsbreite auf. Eine Bestimmung der Arten wird durch solche Exemplare erschwert.

In Kreuzungsversuchen zwischen Weibchen von *H. dromedarii* mit Männchen *H. a. excavatum* wurden 58 Weibchen und 1 Zeckengynander erreicht. Die Weibchen hatten die Morphologie von *H. dromedarii*. Ob die 58 Weibchen hybriden oder parthenogenetischen Ursprungs waren, konnte nicht geklärt werden. Die Kreuzung zwischen *H. a. excavatum*-Weibchen und *H. dromedarii*-Männchen ergab nur einige Larven, die nach kurzer Zeit starben.

Bei parthenogenetischer Entwicklung erreichte *H. dromedarii* das Adulten-, *H. a. excavatum* nur das Larvenstadium. Bei der Nachkommenschaft der Kreuzungs- und Parthenogeneseversuchen traten Mißbildungen in großer Zahl auf.

Experiments on *Hyalomma dromedarii* Koch and *Hyalomma anatolicum excavatum* Pomerantzev through parthenogenesis and the possibilities of their cross.

Summary

The cycle of development of *H. dromedarii* and *Hyalomma a. excavatum* was studied under laboratory conditions. The complete development lasted 110-130 days.

A wide variation of typical females appeared in the original material as well as in the descendants. A determination of the variety was made difficult as a result of such specimens. 58 females and 1 tick-gynander were obtained in cross experiments between females of *H. dromedarii* with males of *H. a. excavatum*. The females showed the morphology of *H. dromedarii*. One could not explain whether the 58 females were hybrids or of parthenogenetic origins.

The cross between females of *H. a. excavatum* and males of *H. dromedarii* yielded only a few larvae, which died after a short time. In the parthenogenetic development, *H. dromedarii* reached the adult stage while *H. a. excavatum* only reached the larval stage.

A great deal of deformity was observed in the descendants of cross as well as parthenogenetic experiments.

VI. Literaturverzeichnis

1. Aboim-Ingles, A. de: Monstruosidades nos Ixodineos. Vinte e seis monstres na primeira geracao dum Haemaphysalis cinnabarina var. punctata. Bolm pecuar. 1, 15-30 (1942)
2. Alfejev, N. J.: New abnormalities in the female Hyalomma dromedarii Koch. Zool. Zh. 27, 257-259 (1948)
3. Aragao, H. de Beaurepaire: Beitrag zur Systematik und Biologie der Ixodidae. Parthenogenesis bei Zecken. Mems Inst. Oswaldo Cruz 4, 96-118 (1912)
4. Babos, S.: Über die taxonomische Bedeutung der Geschlechtsöffnung und ihrer Umgebung bei Zecken. Acta vet. hung. 8, 375-389 (1958)
5. ders. : Die Zeckenfauna Mitteleuropas. Akadémiai Kiado, Budapest (1964)
6. Balozet, L.: Etudes experimentales sur l'anemie infectieuse des Equides. Archs Inst. Pasteur Tunis 26, 27-35 (1937)
7. Bodkin, G. E.: The biology of Amblyomma dissimile Koch. With an account of its power of reproducing parthenogenetically. Parasitology 11, 10-17 (1918)
8. Bremner, K. C.: Observations on the biology of Haemaphysalis bispinosa Neumann (Acarina, Ixodidae) with particular reference to its mode of reproduction by parthenogenesis. Aust. J. Zool. 7, 7-12 (1959)
9. Brumpt, E.: Le gynandromorphisme chez les ixodines. Un curieux cas obtenu dans un élevage d'Amblyomma dissimile. Anns Parasit. hum. comp. 12, 98-104 (1934)
10. Campana-Rouget, Y.: La teratologie des tiques. Anns Parasit. hum. comp. 34, 210-260 (1950)
11. Cunliffe, N.: Some observations on the biology and structure of Ornithodoros moubata, Murray. Parasitology 13; 327-347 (1921)
12. Davis, G. E.: Ornithodoros parkeri Cooley. Observations on the biology of this tick. J. Parasit. 27, 425-433 (1942)

13. Davis, G. E.: Parthenogenesis in the argasid tick *Ornithodoros moubata* (Murray, 1877).
J. Parasit. 37, 98-101 (1951)
14. Delphy, L.: Sur la teratologie du sous-genre *Hyalomma* (Koch).
Annls Parasit. hum. comp. 14, 48-54 (1936a)
15. ders.: Notes sur les ixodides du genre *Hyalomma* (Koch).
Annls Parasit. hum. comp. 14, 206-245 (1936b)
16. ders.: Description de *Hyalomma dromedarii* (Koch, 1844) morphologie de la larve et de la nymphe.
Annls Parasit. hum. comp. 15, 481-486 (1937)
17. ders.: Revision par des voies experimentales du genre *Hyalomma* (Koch, 1844). Part. 1
Annls Parasit. hum. comp. 21, 267-293 (1946)
18. ders.: Essai critique de synonymie du genre *Hyalomma* C. L. Koch 1844 depuis Linné, 1758.
Annls Parasit. hum. comp. 24, 464-469 (1949)
19. Delpy, L., S. H. Gouchey: Biologie de *Hyalomma dromedarii* (Koch 1844).
Annls Parasit. hum. comp. 15, 487-499 (1937)
20. Enigk, K., I. Grittner: Zur Zucht und Biologie der Zecken.
Z. ParasitKde. 16, 56-83 (1953)
21. Feldman-Muhsam, B.: Revision of the genus *Hyalomma*.
I. Description of Koch's types.
Bull. Res. Coun. Israel 4, 150-170 (1954)
22. Gothe, R.: Ticks in the south African zoological survey collection: Part XIII. Gynanders of *Boophilus decoloratus* (Koch, 1844) and *Amblyomma hebraeum* Koch, 1844.
Onderstepoort J. vet. Res. 34, 541-546 (1967)
23. Hoogstraal, H.: African Ixodoidea. Vol. I: Ticks of the Sudan.
Res. Rep. NM 005 050.29.07 (1956)
24. Hoogstraal, H., M. N. Kaiser: Observations on egyptian *Hyalomma* ticks (Ixodoidea, Ixodidae).
5. Biological notes and differences in identity of *H. anatolicum* and its subspecies *anatolicum* Koch and *excavatum* Koch among russian and other workers. Identity of *H. lusitanicum* Koch.
Ann. ent. Soc. Am. 52, 243-261 (1958)
25. Joan, Th.: Caso de gynandromorfismo en una garrapata *Amblyomma neumanni*.
Cienc. Nat. 1, 421-425 (1916)

26. Koch, C. L.: Systematische Übersicht über die Ordnung der Zecken.
Arch. Naturgesch., 217-239 (1844)
27. Kratz, W.: Die Zeckengattung Hyalomma Koch.
Z. ParasitKde. 11, 510-562 (1940)
28. Neumann, L.: Revision de la famille des Ixodidés.
Mém. Soc. zool. Fr. 14, 107-372 (1899)
29. ders.: Notes sur les Ixodidés.
Arch. Parasit. 6, 109-125 (1901)
30. Nuttall, G.: Parthenogenesis in ticks.
Parasitology 6, 139-140 (1913)
31. ders.: Artificial parthenogenesis in ticks.
Parasitology 7, 457-461 (1915)
32. Olenov, N. O.: Die Zecken der Fauna Russlands.
Z. ParasitKde. 4, 126-139 (1932)
33. ders.: Terotologische Erscheinungen bei den Zecken (Ixodidae).
Zool. Anz. XCXIII, 281-284 (1930)
34. Pomerantzev, B. I.: Le tiques (Ixodidae) de la faune de l'URSS et des pays limitrophes (in Russisch).
Tabl. anal. Faune URSS 26, 28 (1946)
35. Pervomaisky, G. S.: Parthenogenetic development in ticks of the family Ixodidae (in Russisch).
Zool. Zh. 28, 523-526 (1949)
36. ders.: Interspecific hybridisation of Ixodidae (in Russisch).
Acad. Sci. URSS 73, 1033-1036 (1950)
37. Schulze, P.: Über die Hautsinnesorgane der Zecken, besonders über eine bisher unbekannte Art von Arthropoden Sinnesorganen, die Krobylophoren.
Z. Morph. Ökol. Tiere 38, 379-419 (1942)
38. ders.: Über Zeckengynander.
Z. Morph. Ökol. Tiere 26, 427-436 (1932)
39. Schulze, P., E. Schlottke: Bestimmungstabelle für das Zeckengenus Hyalomma Koch 1844.
Ges. naturf. Fr. Berl. 5-6, 189-196 (1929)
40. Senevet, G.: Monstruosités chez deux tiques.
Bull. Soc. Hist. nat. Afr. N. 13, 95 (1922)

41. Stone, B. F.: Parthenogenesis in the cattle tick,
Boophilus microplus.
Nature, Lond. 200, 1233 (1963)
42. Warburton, C., G. H. F. Nuttall: On new species of Ixodidae,
with a note on abnormalities observed in ticks.
Parasitology 2, 57-76 (1909)
43. Zuelzer, M.: Über Entwicklung und Verwandtschaftsbeziehungen
von *Argas persicus*.
Verh. dt. zool. Ges. 67-69 (1921).

Herrn Professor Dr. J. Boch, meinem verehrten Lehrer, möchte ich für die Überlassung des Themas und das Interesse, das er meiner Arbeit jederzeit entgegenbrachte, meinen Dank aussprechen.

Mein Dank gilt weiterhin Herrn Dr. G. Hoffmann und Herrn Dr. G. Köhler, die mir stets mit Rat und Tat zur Seite standen sowie Frau V. Ipczynski für die Hilfe bei der Anfertigung der Photos und allen Angehörigen des Institutes, die mir bei der Ausführung der Arbeit behilflich waren.

Lebenslauf

Am 22. November 1940 wurde ich, Eberhard Schein, als Sohn des Stadtinspektors Walter Schein und seiner Ehefrau Margaretha, geb. Beuthe, in Schleiz/Thüringen geboren.

Nach dem Besuch der Grundschule von 1947 - 1954 und der Oberschule von 1954 - 1959 in Schleiz legte ich im Sommer 1959 die Reifeprüfung ab.

Im Jahre 1960 arbeitete ich als Praktikant in einem landwirtschaftlichen Versuchsgut. 1960 siedelte ich nach Westberlin über, wo ich nach einem einjährigen Ergänzungskurs an der Falkschule Tiergarten die Anerkennung für die Reifeprüfung erhielt.

Im Wintersemester 1961/62 begann ich mit dem Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin, wo ich am 9. Dezember 1966 die tierärztliche Prüfung bestand. An der Tierklinik für Geburtshilfe und Klauentierkrankheiten der Freien Universität Berlin leistete ich meine Praktikantenzeit ab. Seit September 1967 bin ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Deutschen Forschungsgemeinschaft bei Prof. Dr. J. Boch am Institut für Veterinär-Parasitologie der Freien Universität Berlin tätig.

